

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11280755
PUBLICATION DATE : 15-10-99

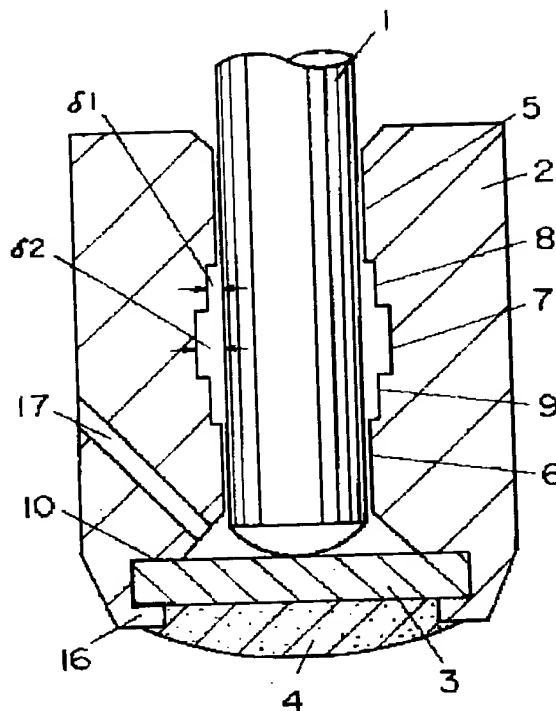
APPLICATION DATE : 30-03-98
APPLICATION NUMBER : 10083350

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : TOYOSHIMA HIROYOSHI;

INT.CL. : F16C 17/10 G11B 19/20 H02K 5/16
H02K 7/08

TITLE : FLUID BEARING DEVICE AND
SPINDLE MOTOR USING THE SAME



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve abrasion resistance, impact resistance and to prevent oil leakage in respect to a fluid bearing device.

SOLUTION: In this device, a thrust plate 3 is caulked onto a sleeve 2, followed by sealing with adhesive 4 to prevent leakage from the caulked portion. In addition, breakage of the thrust plate due to shock is prevented by the adhesive 4. In order to improve shock resistance of the thrust plate, ceramic material is adopted. A cylindrical form without notch such as cutout nor through-holes where stress concentrates is adopted. In addition, relation between thickness and a diameter is specified for suppressing generation of cracks. HIP treatment is performed on the thrust plate, for eliminating microcracks inside. When impact applies thereto, thrust force is applied to a rotor hub to improve resistance due to a stable bearing part, which thrust force is caused by center dislocation e between a geometrical center of a stator core and a geometrical center of a driving magnet.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-280755

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

F 1 6 C 17/10

F 1 6 C 17/10

A

G 1 1 B 19/20

G 1 1 B 19/20

E

H 0 2 K 5/16

H 0 2 K 5/16

Z

7/08

7/08

A

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願平10-83350

(22) 出願日

平成10年(1998)3月30日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 豊島 弘祥

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

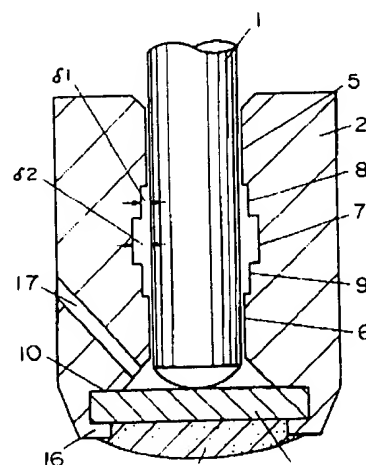
(54) 【発明の名称】 流体軸受装置及びこれを用いたスピンドルモータ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 耐摩耗性の向上ができ耐衝撃性があり、オイル漏れを防止することができる流体軸受装置とスピンドルモータを提供する。

【解決手段】 スリーブ2にスラスト板3をカシメた後、接着剤4で封止し、カシメ部からの漏れを防止する。スラスト板の耐衝撃性を向上するために、セラミックス材料を使用し、切り欠きなどのノッチや、通気孔の穴などで応力が集中する箇所のない円筒形状にして、さらには板厚と直径の関係を所定の関係で使用し、クラッタなどが発生を押さえた。また、このスラスト板にHIP処理を施し、内部のマイクロクラックなどの欠損を排除する。そして、衝撃が作用した場合、軸受部が安定であるために、ステータコアの幾何学的センターと駆動マグネットの幾何学的センターとのセンターずれeによるスラスト力をロータハブに作用させて、耐衝撃性を向上させる。

1…シャフト
2…スリーブ
3…スラスト板
4…接着剤
5…第1の内筒部
6…第2の内筒部
7…径の大きい円筒部
8,9…流体保持部
10…座
16…伸延部
17…通気孔



【特許請求の範囲】

【請求項1】スリーブとシャフトのいずれか一方に動圧溝を形成してなる流体軸受装置において、円筒状のスリーブには通気孔を設け、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定し、このカシメ部を接着剤で封止したことを特徴とする流体軸受装置。

【請求項2】スリーブとシャフトのいずれか一方に動圧溝を形成してなる流体軸受装置において、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止して、潤滑流体が存在する軸受空間を密閉状態にしたことを特徴とする流体軸受装置。

【請求項3】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブのカシメ部の形状が

【数1】

$$0.2\text{mm} \leq a - b \leq 1.5\text{mm}$$

ただし、

a スリーブのカシメ部の長さ

b スラスト板の厚み

であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置。

【請求項4】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブの軸方向に距離を隔てて、2カ所設けた動圧発生する円筒部の面にヘリングボーン状の溝を形成し、この2カ所円筒部の面のヘリングボーン溝とそれぞれ連通させた円筒状の流体保持部と、該流体保持部の間に動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部を設けたことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置。

【請求項5】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブの軸方向に距離を隔てて、2カ所設けた動圧発生する円筒部の面にヘリングボーン状の溝を形成し、この2カ所円筒部の面のヘリングボーン溝とそれぞれ連通させた円筒状の流体保持部と、該流体保持部の間に動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部を設け、動圧発生する円筒部と流体保持部、流体保持部と径大円筒部との境を傾斜面で繋いだことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置。

【請求項6】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブの軸方向に距離を隔てて、2カ所設けた動圧発生する円筒部の面にヘリングボーン状の溝を形成し、この2カ所円筒部の面のヘリングボーン溝と連通させた円筒状の流体保持部を設け、動圧発生する円筒部と流体保持部との境を傾斜面で繋いだことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置。

【請求項7】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブの軸方向に距離を隔てて、2カ所設けた動圧発生する円筒部の面にヘリングボーン状の溝を形成し、この2カ所円筒部の面のヘリングボーン溝同士が連通したことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置。

【請求項8】流体保持部のスリーブとシャフトと隙間が

【数2】

$$\delta 1 \geq \text{ヘリングボーン溝深さ} \times 1.5$$

$$\delta 1 \leq 0.05\text{mm}$$

ただし、

$\delta 1$ は流体保持部とシャフトとの隙間

であることを特徴とする請求項4又は請求項5又は請求項6記載の流体軸受装置。

【請求項9】動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部のスリーブとシャフトと隙間が

【数3】

$$\delta 2 \geq \delta 1$$

ただし、

$\delta 1$ は流体保持部とシャフトとの隙間

$\delta 2$ は径大円筒部とシャフトとの隙間

であることを特徴とする請求項4又は請求項5記載の流体軸受装置。

【請求項10】動圧発生する円筒部と流体保持部との境の傾斜面の傾斜角度が

【数4】

$$1.5\text{度} \leq \text{傾斜角度} \leq 4.5\text{度}$$

であることを特徴とする請求項5又は請求項6記載の流体軸受装置。

【請求項11】動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部と流体保持部との境の傾斜面の傾斜角度が

【数5】

$$1.5\text{度} \leq \text{傾斜角度} \leq 4.5\text{度}$$

であることを特徴とする請求項5記載の流体軸受装置。

【請求項12】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スラスト板側の動圧溝が第1のヘリングボーン溝で、解放端側の動圧溝が第2のヘリングボーン溝で構成され、ヘリングボーン溝を折り返し部で軸受長さを分けると、スラスト板側からL1、L2、L3、L4とする軸受長さとする、

【数6】

$$L1 + L2 < L3 + L4$$

$$L1 > L2$$

$$L2 < L3$$

装置。

【請求項13】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スラスト板は外周部に切り欠きもなく、穴もない円形形状であり、ジルコニア、窒化珪素、サイアロン、炭化珪素のいずれかのセラミック材でできていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置。

【請求項14】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、シャフトの球状形状でスラスト板とでピボット軸受を構成し、そのピボット軸受に使用するスラスト板としては、

【数7】

$$t/d \geq 0.04$$

$$d \leq 15 \text{ mm}$$

ただし、

t スラスト板の板厚

d スラスト板の直径

の関係を満足するセラミック材料のスラスト板を使用した流体軸受装置。

【請求項15】スラスト板をホットアイソスタティックプレス(HIP)法で処理したことを特徴とする請求項13又は請求項14記載の流体軸受装置。

【請求項16】ハウジング本体と、該ハウジングに固定されたステータコアと、該ハウジングに固定されたスリーブと、該スリーブに固定されたスラスト板と、該ハウジング本体に対して相対的に回転自在であるロータハブと、該ロータハブの内周部に駆動マグネットと、該ロータハブに締結されたシャフトとを備え、該シャフトと該スリーブとからなりいずれか一方にヘリングボーン溝を有するラジアル動圧軸受とスリーブの一方に固定されたスラスト板とシャフトの一端で構成されるスラスト軸受を有し、円筒状のスリーブには通気孔を設け、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止したことを特徴とする流体軸受装置を用いたスピンドルモータ。

【請求項17】ハウジング本体と、該ハウジングに固定されたステータコアと、該ハウジングに固定されたスリーブと、該スリーブに固定されたスラスト板と、該ハウジング本体に対して相対的に回転自在であるロータハブと、該ロータハブの内周部に駆動マグネットと、該ロータハブに締結されたシャフトとを備え、該シャフトと該スリーブとからなりいずれか一方にヘリングボーン溝を有するラジアル動圧軸受とスリーブの一方に固定されたスラスト板とシャフトの一端で構成されるスラスト軸受を有し、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定し

メ部を接着剤で封止して、潤滑流体が存在する軸受空間を密閉状態にしたことを特徴とする流体軸受装置を用いたスピンドルモータ。

【請求項18】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、そのカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置を備え、ステータコアの厚みが3mm以下で、ステータコアの幾何学的センターと駆動マグネットの幾何学的センターとのセンターずれeが

【数8】

$$0.05 \text{ mm} \leq e \leq 0.35 \text{ mm}$$

$$e/h < 0.2$$

ただし、

e センターずれ

h ステータコア厚み

の関係にあつて、ステータコアの幾何学センターに対して駆動マグネットの幾何学センターとスラスト軸受部が反対側に位置することを特徴とする請求項16又は請求項17記載の流体軸受装置を用いたスピンドルモータ。

【請求項19】ハウジング本体と、該ハウジングに固定されたステータコアと、該ハウジングに固定されたシャフトと、ロータハブと、該ロータハブの内周部に駆動マグネットと、該ロータハブにスリーブが固定され、スリーブに固定されたスラスト板とを備え、該シャフトと該スリーブとからなりいずれか一方にヘリングボーン溝を有するラジアル動圧軸受とスリーブの一方に固定されたスラスト板とシャフトの一端で構成されるスラスト軸受を有し、円筒状のスリーブには通気孔を設け、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止したことを特徴とする流体軸受装置を用いたスピンドルモータ。

【請求項20】ハウジング本体と、該ハウジングに固定されたステータコアと、該ハウジングに固定されたシャフトと、ロータハブと、該ロータハブの内周部に駆動マグネットと、該ロータハブにスリーブが固定され、スリーブに固定されたスラスト板とを備え、該シャフトと該スリーブとからなりいずれか一方にヘリングボーン溝を有するラジアル動圧軸受とスリーブの一方に固定されたスラスト板とシャフトの一端で構成されるスラスト軸受を有し、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止して、潤滑流体が存在する軸受空間を密閉状態にしたことを特徴とする流体軸受装置を用いたスピンドルモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流体軸受装置の密閉に関するもので、その流体軸受装置を用いた磁気ディ

鏡駆動装置などのOA装置駆動用スピンドルモータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近では、マルチメディアなどの装置の高容量化の要求があり、ボール軸受や焼結含油軸受で軸の回転精度を良くしようと腐心してきた。ボール軸受や焼結含油軸受では高容量化に対応した軸受装置にすることが限界にきている。そこで、最近では、動圧軸受装置の開発やスピンドルモータでの応用が活発になってきている。

【0003】スピンドルモータに動圧流体軸受を利用する理由として以下のことが挙げられる。

【0004】(1) 不規則なシャフトの振れを抑えられる。ボール軸受では、鋼球すべてを均一な形状に加工することができず、そのため回転中に突発的なシャフト振れが生じる。シャフト振れを減らすと、磁気ディスク装置では磁気ヘッドの位置決め誤差を小さくでき、DVD装置ではビーム・スポットの位置決め誤差を減らすことができ、記録密度の向上に対応しやすい。

【0005】(2) 耐衝撃性が向上する。流体の膜が緩衝の役割を果たすためである。

【0006】(3) 軸受で発生する騒音が減る。

(4) 金属疲労で軸受が壊れるまでの疲れ寿命が長い。

【0007】連続回転する流体動圧軸受では流体を介して非接触でシャフトは回転するので、金属接触することがない。

【0008】以上4つの理由として、第一番目の振れが抑えられることが、高容量化に対する流体軸受装置をスピンドルモータの軸受装置に使用する所以である。

【0009】流体軸受は潤滑流体が介在するものであるため、潤滑流体がいかに流体軸受部に保持できるかによって、信頼性が大きく左右される。

【0010】特開平5-20782号公報や特開平6-269142号公報や特開平7-46787号公報記載のように、スラスト板とスリーブで構成した有底円筒部にシャフト挿入する際に、有底部の一部に通気孔を設け、シャフトの挿入時の圧を逃がして組立を容易にする方法がよくとられている。この方法では軸受部に空気が残らず、潤滑流体で充填することが容易に得られ、潤滑流体を十分に確保する方法としては利にかなっている。

【0011】また、特開平6-178490号公報や特開平7-31096号公報に記載のように、組立後に通気孔を封止する方法もとられている。たとえば特開平6-178490号公報のように、スピンドルモータの組立手順において、ハブ部材に支柱(シャフトに該当)が固定された回転軸タイプのラジアル動圧流体軸受であり、ハブ部材に固定されたシャフトを静止部材のスリーブに挿入し、シャフトの一端に動圧溝を構成した環状部材を圧入固定し、シャフトと環状部材を被覆するカバー部材を装着して、そのカバー部材を静止部材に固定する

ために接着剤を用いる。カバー部材には通気孔があいており、通気孔を接着剤で封止する。

【0012】また、動圧流体軸受は耐衝撃性がよいので、近年、装置の薄型化により携帯端末装置用のスピンドルモータに動圧流体軸受を使用する試みがなされ始めている。耐衝撃性能は1000Gが要求されるようになり、軸受部材の強度が問題になりつつ、スラスト板を補強せずに使用する場合、衝撃力でクラックが発生し、潤滑流体はスラスト板からにじみでるようなおそれがある。また、スラスト軸受がピボット軸受の場合、軽い振動が加わっても、ピボット接触部は安定に接触していないと、その微小な衝撃力がスラスト板に作用する状態での軸受では摩耗が発生するおそれがある。そのため振動や衝撃の影響を受けやすい携帯端末用などのスピンドルモータの軸受として、スラスト軸受であるピボット軸受には接触圧が安定するように加重を作用させる必要性がではじめている。

【0013】潤滑流体の保持向上と同様に、ピボット軸受の加重を安定させることは潤滑軸受部としての信頼性を向上することになる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記に類似した有底部に通気孔がない場合については特開平7-31096号公報記載のようにシャフトを有底部に挿入するとき閉鎖空間に空気が押し込められるので、この空気により有底円筒部とシャフトの隙間から潤滑流体が流失するおそれがある。

【0015】また、流体軸受は耐衝撃性は向上するが、ノートパソコンや携帯端末などに磁気ディスク装置、CD-ROM装置を搭載する場合、動圧流体軸受スピンドルモータに対する耐衝撃要求も1000Gとなりつつある。高い衝撃がスラスト板にも作用するので、切り欠きなどのノッチや、通気孔の穴などで応力が集中しクラックが発生する。

【0016】スラスト動圧流体軸受は軸受部材が回転したら動圧によって浮上し非接触状態になるという特性から、スラスト軸受部は浮上量程度の移動は許容される構造である。そのために、衝撃が作用した場合、回転部材が移動しやすい構造であり、移動規制するものがない場合は回転部材は軸受から外れてしまう。また、ピボット軸受の場合は小さな衝撃が作用した場合でもピボット軸受部は安定に接触していないといけない。

【0017】また、流体軸受は環境の変化などにより潤滑流体が漏れると、寿命が短くなるおそれがある。

【0018】本発明は上記従来の問題点を解決するもので、潤滑流体が漏れにくく、保持能力の優れた流体軸受装置を提供し、かつその流体軸受装置を使用した信頼性の高い流体軸受スピンドルモータを提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、スリーブとシャフトのいずれか一方に動圧溝を形成してなる流体軸受装置において、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、そのカシメ部を接着剤で封止した流体軸受装置である。

【0020】また、上記課題のうち、有底部に通気孔がない場合にシャフトを有底部に挿入するとき閉鎖空間に空気が押し込められ、この空気により有底円筒部とシャフトの間から潤滑流体が流失するおそれがある。この課題は潤滑流体の塗布位置と、シャフトの挿入速度、挿入時の部品の配置が特定の条件で行えば、シャフトとスリーブの微小隙間から空気を逃がして潤滑流体を軸受部に充填させることにより解決した。

【0021】したがって、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、そのカシメ部を接着剤で封止して、潤滑流体が存在する軸受空間を密閉状態にする流体軸受装置が可能となった。

【0022】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、そのカシメ部を接着剤で封止した流体軸受装置を軸回転型、軸固定型スピンドルモータに用いることにより、非常にコンパクトで耐衝撃性で信頼性の高いスピンドルモータを提供することができる。

【0023】スラスト板の耐衝撃性を向上するために、セラミックス材料を使用し、切り欠きなどのノッチや、通気孔の穴などで応力が集中する箇所のない円筒形状にして、さらには板厚と直径の関係を所定の関係で使用し、クラックなどが発生を抑ええた。また、セラミックス材料のスラスト板にHIP処理を施し、内部のマイクロクラックなどの欠損を排除する。

【0024】さらに、スラスト板を接着剤で封止するために接着剤によりスラスト板の強度が増す。

【0025】衝撃が作用した場合、軸受部が安定であるために、ステータコアの幾何学的センターと駆動マグネットの幾何学的センターとのセンターずれeによるスラスト力をロータハブに作用させて、耐衝撃性を向上させる。

【0026】ラジアル軸受に流体保持部や動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部などを構成し潤滑流体の保持能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、信頼性の高い流体軸受装置にしている。

【0027】さらにラジアル軸受に軸受長さの比率などを変えた形状に工夫し、潤滑流体の移動能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、信頼性の高い流体軸受装置にしている。

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、スリーブとシャフトのいずれか一方に動圧溝を形成してなる流体軸受装置において、円筒状のスリーブには通気孔を設け、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定し、このカシメ部を接着剤で封止したことを特徴とする流体軸受装置としたものであり、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、スラスト板を接着剤で封止することで接着剤によりスラスト板の強度が増すという作用を有する。

【0029】請求項2に記載の発明は、スリーブとシャフトのいずれか一方に動圧溝を形成してなる流体軸受装置において、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止して、潤滑流体が存在する軸受空間を密閉状態にしたことを特徴とする流体軸受装置としたものであり、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、スラスト板を接着剤で封止することで接着剤によりスラスト板の強度が増すうえに、密閉軸受であるために衝撃に対する軸受部材が動きを規制するという作用を有する。

【0030】請求項3に記載の発明は、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブのカシメ部の形状が

【0031】

【数9】

$$0.2 \text{ mm} \leq a - b \leq 1.5 \text{ mm}$$

ただし、

a スリーブのカシメ部の長さ

b スラスト板の厚み

【0032】であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置としたものであり、カシメ部が安定し接着剤が軸受部内に入らず、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れがないことで軸受の信頼性が高いという作用を有する。

【0033】請求項4に記載の発明は、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブの軸方向に距離を隔てて、2カ所設けた動圧発生する円筒部の面にヘリングボーン状の溝を形成し、この2カ所円筒部の面のヘリングボーン溝とそれぞれ連通させた円筒状の流体保持部と、該流体保持部の間に動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部を設けたことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置としたものであり、ラジアル軸受に流体保持部や動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部などを構成し潤滑流体の保持能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、信頼性の高いという

【0034】請求項5に記載の発明は、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブの軸方向に距離を隔てて、2カ所設けた動圧発生する円筒部の面にヘリングボーン状の溝を形成し、この2カ所円筒部の面のヘリングボーン溝とそれぞれ連通させた円筒状の流体保持部と、該流体保持部の間に動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部を設け、動圧発生する円筒部と流体保持部、流体保持部と径大円筒部との境を傾斜面で繋いだことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置としたものであり、ラジアル軸受に流体保持部や動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部などを構成し潤滑流体の保持能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、信頼性の高い、さらには保持されていた潤滑流体がポンピング作用によって、傾斜面により入り込みやすいという作用を有する。

【0035】請求項6に記載の発明は、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブの軸方向に距離を隔てて、2カ所設けた動圧発生する円筒部の面にヘリングボーン状の溝を形成し、この2カ所円筒部の面のヘリングボーン溝と連通させた円筒状の流体保持部を設け、動圧発生する円筒部と流体保持部との境を傾斜面で繋いだことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置としたものであり、ラジアル軸受に流体保持部を構成し潤滑流体の保持能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、信頼性の高い、さらには保持されていた潤滑流体がポンピング作用によって、傾斜面により入り込みやすいという作用を有する。

【0036】請求項7に記載の発明は、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スリーブの軸方向に距離を隔てて、2カ所設けた動圧発生する円筒部の面にヘリングボーン状の溝を形成し、この2カ所円筒部の面のヘリングボーン溝同士が連通したことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置としたものであり、ラジアル軸受のヘリングボーン溝同士が連通させて潤滑流体の保持能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくすという作用を有する。

【0037】請求項8に記載の発明は、流体保持部のスリーブとシャフトと隙間が

【0038】

【数10】

$\delta 1 \geq \text{ヘリングボーン溝深さ} \times 1.5$

$\delta 1 \leq 0.05 \text{ mm}$

ただし、

$\delta 1$ は流体保持部とシャフトとの隙間

【0039】であることを特徴とする請求項4又は請求項5又は請求項6記載の流体軸受装置としたものであり、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくしたうに、流体保持部はシャフトとの隙間が動圧がほぼ無視できる隙間であり、潤滑流体の表面張力が維持できる隙間であり、潤滑流体の保持能力があるという作用を有する。

【0040】請求項9に記載の発明は、動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部のスリーブとシャフトと隙間が

【0041】

【数11】

$\delta 2 \geq \delta 1$

ただし、

$\delta 1$ は流体保持部とシャフトとの隙間

$\delta 2$ は径大円筒部とシャフトとの隙間

【0042】であることを特徴とする請求項4又は請求項5記載の流体軸受装置としたものであり、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくしたうに、流体保持部はシャフトとの隙間が動圧がほぼ無視できる隙間であり、潤滑流体の表面張力が維持できる隙間であり、潤滑流体の保持能力を増し、径大円筒部より潤滑流体量を増すという作用を有する。

【0043】請求項10に記載の発明は、動圧発生する円筒部と流体保持部との境の傾斜面の傾斜角度が

【0044】

【数12】

$15 \text{ 度} \leq \text{傾斜角度} \leq 45 \text{ 度}$

【0045】であることを特徴とする請求項5又は請求項6記載の流体軸受装置としたものであり、保持されていた潤滑流体がポンピング作用によって、傾斜面により入り込みやすいという作用を有する。

【0046】請求項11に記載の発明は、動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部と流体保持部との境の傾斜面の傾斜角度が

【0047】

【数13】

$15 \text{ 度} \leq \text{傾斜角度} \leq 45 \text{ 度}$

【0048】であることを特徴とする請求項5記載の流体軸受装置としたものであり、保持されていた潤滑流体がポンピング作用によって、傾斜面により入り込みやすいという作用を有する。

【0049】請求項12に記載の発明は、スリーブの一

剤で封止してなる流体軸受装置において、スラスト板側の動圧溝が第1のヘリングボーン溝で、解放端側の動圧溝が第2のヘリングボーン溝で構成され、ヘリングボーン溝を折り返し部で軸受長さを分けると、スラスト板側からL1、L2、L3、L4とする軸受長さとする、

【0050】

【数14】

$$L1 + L2 < L3 + L4$$

$$L1 > L2$$

$$L2 < L3$$

【0051】の関係になることを特徴とする請求項7記載の流体軸受装置としたものであり、ラジアル軸受のヘリングボーン溝同士が連通させて潤滑流体の保持能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくすうに、ラジアル軸受の軸受長さの比率などを変えた形状に工夫し、潤滑流体の移動能力を増すという作用を有する。

【0052】請求項13に記載の発明は、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、スラスト板は外周部に切り欠きもなく、穴もない円筒形状であり、ジルコニア、窒化珪素、サイアロン、炭化珪素のいずれかのセラミックス材でできていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の流体軸受装置としたものであり、耐摩耗性に優れ、切り欠きなどのノッチや、通気孔の穴などの応力が集中する箇所のない円筒形状をしている耐衝撃性に優れた、摺動部材としても兼ね備えているという作用を有する。

【0053】請求項14に記載の発明は、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置において、シャフトの球形状でスラスト板とでピボット軸受を構成し、そのピボット軸受に使用するスラスト板としては、

【0054】

【数15】

$$t/d \geq 0.04$$

$$d \leq 15 \text{ mm}$$

ただし、

t スラスト板の板厚

d スラスト板の直径

【0055】の関係を満足するセラミック材料のスラスト板を使用した流体軸受装置としたものであり、クラックなどの発生を抑えることができ、耐衝撃性が向上するという作用を有する。

【0056】請求項15に記載の発明は、スラスト板をHIP法で処理したことを特徴とする請求項13又は請求項14記載の流体軸受装置としたものであり、内部の

クラックなどの発生をより抑えることができ、耐衝撃性が向上するという作用を有する。

【0057】請求項16に記載の発明は、ハウジング本体と、該ハウジングに固定されたステータコアと、該ハウジングに固定されたスリーブと、該スリーブに固定されたスラスト板と、該ハウジング本体に対して相対的に回転自在であるロータハブと、該ロータハブの内周部に駆動マグネットと、該ロータハブに締結されたシャフトとを備え、該シャフトと該スリーブとからなりいずれか一方にヘリングボーン溝を有するラジアル動圧軸受とスリーブの一方に固定されたスラスト板とシャフトの一端で構成されるスラスト軸受を有し、円筒状のスリーブには通気孔を設け、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止したことを特徴とする流体軸受装置を用いたスピンドルモータとしたものであり、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、スラスト板を接着剤で封止することで接着剤によりスラスト板の強度が増した軸受を使用して、コンパクトで耐衝撃性で信頼性の高い軸回転型スピンドルモータが可能という作用を有する。

【0058】請求項17に記載の発明は、ハウジング本体と、該ハウジングに固定されたステータコアと、該ハウジングに固定されたスリーブと、該スリーブに固定されたスラスト板と、該ハウジング本体に対して相対的に回転自在であるロータハブと、該ロータハブの内周部に駆動マグネットと、該ロータハブに締結されたシャフトとを備え、該シャフトと該スリーブとからなりいずれか一方にヘリングボーン溝を有するラジアル動圧軸受とスリーブの一方に固定されたスラスト板とシャフトの一端で構成されるスラスト軸受を有し、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止して、潤滑流体が存在する軸受空間を密閉状態にしたことを特徴とする流体軸受装置を用いたスピンドルモータとしたものであり、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、スラスト板を接着剤で封止することで接着剤によりスラスト板の強度が増すうに、密閉軸受であるために衝撃に対する軸受部材が動きを規制する軸受を使用して、コンパクトで耐衝撃性で信頼性の高い軸回転型スピンドルモータが可能という作用を有する。

【0059】請求項18に記載の発明は、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定して、このカシメ部を接着剤で封止してなる流体軸受装置を備え、ステータコアの厚みが3mm以下で、ステータコアの幾何学的センターと駆動マグネットの幾何学的センターとのセンターずれeが

【0060】

$$0.05\text{mm} \leq e \leq 0.35\text{mm}$$

$$c/h < 0.2$$

ただし、

e センターずれ

h ステータコア厚み

【0061】の関係にあつて、ステータコアの幾何学センターに対して駆動マグネットの幾何学センターとスラスト軸受部が反対側に位置することを特徴とする請求項16又は請求項17記載の流体軸受装置を用いたスピンドルモータとしたものであり、衝撃が作用した場合、軸受部が安定であり、さらに、ステータコアの幾何学的センターと駆動マグネットの幾何学的センターとのセンターずれeによるスラスト力をロータハブに作用させて、耐衝撃性を向上させるという作用を有する。

【0062】請求項19に記載の発明は、ハウジング本体と、該ハウジングに固定されたステータコアと、該ハウジングに固定されたシャフトと、ロータハブと、該ロータハブの内周部に駆動マグネットと、該ロータハブにスリーブが固定され、スリーブに固定されたスラスト板とを備え、該シャフトと該スリーブとからなりいずれか一方にヘリングボーン溝を有するラジアル動圧軸受とスリーブの一方に固定されたスラスト板とシャフトの一端で構成されるスラスト軸受を有し、円筒状のスリーブには通気孔を設け、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止したことを特徴とする流体軸受装置を用いたスピンドルモータとしたものであり、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、スラスト板を接着剤で封止することで接着剤によりスラスト板の強度が増した軸受を使用して、コンパクトで耐衝撃性で信頼性の高い軸固定型スピンドルモータが可能という作用を有する。

【0063】請求項20に記載の発明は、ハウジング本体と、該ハウジングに固定されたステータコアと、該ハウジングに固定されたシャフトと、ロータハブと、該ロータハブの内周部に駆動マグネットと、該ロータハブにスリーブが固定され、スリーブに固定されたスラスト板とを備え、該シャフトと該スリーブとからなりいずれか一方にヘリングボーン溝を有するラジアル動圧軸受とスリーブの一方に固定されたスラスト板とシャフトの一端で構成されるスラスト軸受を有し、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、このカシメ部を接着剤で封止して、潤滑流体が存在する軸受空間を密閉状態にしたことを特徴とする流体軸受装置を用いたスピンドルモータとしたものであり、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、スラスト板を接着剤で封止することで接着剤によりスラスト板の強度が増すうえに、密閉

る軸受を使用して、コンパクトで耐衝撃性で信頼性の高い軸固定型スピンドルモータが可能という作用を有する。

【0064】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0065】(実施例1)図1は本発明の流体軸受装置の一実施例を示す。

【0066】図1において、1はシャフト、2はスリーブ、3はスラスト板、4は接着剤である。

【0067】図1の流体軸受装置において、銅系合金であるスリーブ2の第1の動圧発生する円筒部5の面と第2の動圧発生する円筒部6との面にヘリングボーン状の溝を形成し、第1の動圧発生する円筒部5と第2の動圧発生する円筒部6との間にはヘリングボーン溝と連通させた流体保持部を介して径の大きな径大円筒部7が構成されている。第1の動圧発生する円筒部5と径の大きな径大円筒部7との間の流体保持部8、第2の動圧発生する円筒部6と径の大きな径大円筒部7との間の流体保持部9は、シャフト1との隙間がヘリングボーン溝の深さの1.5倍以上となる円筒部であり、またシャフトとの隙間が動圧がほぼ無視できる隙間であり、潤滑流体の表面張力が維持できる隙間である。

【0068】流体保持部のシャフトと隙間は以下の関係である。

【0069】

【数17】

$$\delta 1 \geq \text{ヘリングボーン溝深さ} \times 1.5$$

$$\delta 1 \leq 0.05\text{mm}$$

ただし、

$\delta 1$ は流体保持部とシャフトとの隙間

【0070】また、径の大きな径大円筒部7は、潤滑流体を保持し、回転に伴うシャフトと抵抗が少ないために、流体保持部の直径以上になるような直径で構成されている。したがって、以下のような関係となる。

【0071】

【数18】

$$\delta 2 \geq \delta 1$$

ただし、

$\delta 1$ は流体保持部とシャフトとの隙間

$\delta 2$ は径の大きな径大円筒部7とシャフトとの隙間

【0072】スリーブ2の座10にスラスト板3がカシメで固定されている。このカシメはスリーブ2のカシメ部の形状によっては、カシメは不足して、座10とスラスト板3の密着性が悪くなることがあり、カシメ力を強くしていくと座10にスラスト板が食い込みスラスト板の設定位置が変わってしまったり、スリーブ3の内径が

はスラスト板に合わせて設計する必要がある。

【0073】そこで、実験計画法を用いて、流体軸受のカシメ部の形状について検討した(図2、図3参照)。

【0074】直交表 L_9 でオイル漏れとスリーブの変形を評価した。オイル漏れの評価には機密性を上げるためにピストン11にOリング12を付け、スリーブ14内部に潤滑流体13を入れ、該ピストン11を潤滑流体13の存在するスリーブ14内部に押し入れる。ピストン11に荷重をかけていくと、スラスト板15のカシメ部から潤滑流体15がにじみでてくる。そのピストン荷重は一定の20kgfとし、スリーブ14は内部が円筒形状とした。実験計画法の評価の結果、スラスト板の厚みbとスリーブのカシメ部の長さaが以下の関係がオイル漏れとスリーブの変形が少ないことがわかった。

【0075】

【数19】

$$0.2\text{mm} \leq a - b \leq 1.5\text{mm}$$

ただし、

a スリーブのカシメ部の長さ

b スラスト板の厚み

【0076】流体軸受装置の寿命を延ばすためには、潤滑流体が長い時間、軸受部に不足せずに存在することが期待できる要件の一つである。そのためのスラスト板の設けた通気孔などから蒸発する潤滑流体やスラスト板に設けた通気孔からにじみ出る潤滑流体を少なくする必要がある。

【0077】そこで、スラスト板3をスリーブ2にカシメ構成する流体軸受装置では、スラスト板3の熱膨張係数よりスリーブ2の熱膨張係数が大きい場合、高温時カシメ部から潤滑流体がにじみでることがある。このようににじみだしがないようにスラスト板3の外周にカシメによるスリーブ2の伸延部16が形成され、スラスト板3の中央部の伸延部16が存在しない部分に接着剤4でもってカシメ部を封止する。

【0078】封止に使用する接着剤は粘度が高く、常温では硬化しないものを使用する。たとえば、ケミテック(株)製4X628Gである。粘度の高い接着剤でない場合、高温の硬化時にカシメ部の隙間から接着剤が軸受内部部ににじみ込む可能性があるためである。

【0079】接着剤4で封止することで、スリーブ2にカシメ固定されたスラスト板3の近傍から潤滑流体がにじみでることがなくなる。

【0080】スラスト方向軸受はスラスト板3とシャフト1の先端の球状部が接触するピボット軸受である。

【0081】この流体軸受装置の組立を説明する。

(1) まず、スリーブ2にスラスト板1をカシメにて固定する。

【0082】(2) カシメ部分に接着剤4を塗り、強制

(3) スラスト板3が固定されることで有底になったスリーブに潤滑流体を点滴塗布し、シャフト1を挿入する。

【0083】そのように組み立てるとシャフト1挿入によるスリーブ2内の空気はスリーブ2に設けた通気孔17から出ていくので、軸受部は潤滑流体で充填される。

【0084】(実施例2) 図4は本発明の流体軸受装置の一実施例を示す。

【0085】図4の流体軸受装置は図1の流体軸受装置に類似して、その類似しているところの説明は省略し、部品の番号も同じ部品には同じ番号を使用して、異なるところと説明が不足したところを説明する。

【0086】図4において、1はシャフト、2はスリーブ、3はスラスト板、4は接着剤である。

【0087】図4において、銅系合金であるスリーブ2の第1の動圧発生する円筒部5の面と第2の動圧発生する円筒部6との面にヘリングボーン状の溝を形成してなる2つのラジアル動圧流体軸受が構成されていて、第1の動圧発生する円筒部5と流体保持部8との境は角度30度のテーパ角度の傾斜面18で接続して、くさび効果で動圧の発生に伴ってポンピングされて第1の動圧発生する円筒部5へ流れ込みやすくなる。潤滑流体の充填が悪い場合でも潤滑流体の表面張力で傾斜面18に潤滑流体は付着する力が増し、動圧の発生に伴ってポンピングされて第1の動圧発生する円筒部5へ流れ込みやすくなる。

【0088】また、流体保持部8と径の大きな径大円筒部7との境も角度30度の傾斜を持った傾斜面19で接続する。

【0089】また、流体保持部9と径の大きな径大円筒部7との境も角度30度の傾斜を持った傾斜面20で接続する。

【0090】また、第2の動圧発生する円筒部6と流体保持部9との境も角度30度のテーパ角度の傾斜面21で接続する。

【0091】潤滑流体を保持する空間を傾斜面で接続することで、潤滑流体が動圧発生軸受け部に流れ込みやすいようになる。一般に、スピンドルモータの流体軸受に使用される潤滑流体は粘度があまり大きくなく、特殊な精練したものであることが多く、そうした潤滑流体であることを考慮して傾斜面12、13、14、15の傾斜角度は以下のような範囲が良い。

【0092】

【数20】

$$15^\circ \leq \text{傾斜角度} \leq 45^\circ$$

【0093】軸受の構成上、傾斜面が構成できない図1の場合もある。

【0094】封止に使用する接着剤4は粘度が高く、紫外線硬化型接着剤、熱硬化と嫌気性硬化を備えたものを

0383やケミテック(株)製4Y823Cである。

【0095】スラスト方向軸受はスラスト板3にスパイラル溝を構成したスラスト動圧流体軸受である。

【0096】この流体軸受装置の組立を説明する。

(1) まず、スリーブ2にスラスト板3をカシメにて固定する。

【0097】(2) カシメ部分に接着剤4を塗り、紫外線照射をして硬化させる。

(3) スラスト板3が固定されることで有底になったスリーブ2に潤滑流体を数箇所点滴塗布し、シャフト1を挿入する。

【0098】そのように組み立てるとシャフト1挿入によるスリーブ2内の空気はスリーブ2に設けた通気孔17から出ていくので、軸受部は潤滑流体で充填される。

【0099】(実施例3) 図5は本発明の流体軸受装置の一実施例を示す。

【0100】図5の流体軸受装置は図1、図4の流体軸受装置に類似していて、その類似しているところの説明は省略し、部品の符号も同じ部品には同じ符号を使用して、異なるところと不足したところを説明する。

【0101】図5において、1はシャフト、2はスリーブ、3はスラスト板、4は接着剤である。

【0102】図5は図4に記載の径の大きな円筒部がない構成である。図5において、銅系合金であるスリーブ2の第1の動圧発生する円筒部5の面と第2の動圧発生する円筒部6との面にヘリングボーン状の溝を形成してなる2つのラジアル動圧流体軸受が構成されている。第1の動圧発生する円筒部5と第2の円筒部6との間にはヘリングボーン溝と連通させた流体保持部22があり、第1の動圧発生する円筒部5と流体保持部22との境は角度30度のテーパ角度の傾斜面23で接続して、さらに流体保持部22と第2の動圧発生する円筒部6との境も角度30度のテーパ角度の傾斜面24で接続する。オイル溜まり段差部にある潤滑流体は傾斜面23、24により、動圧の発生に伴ってポンピングされて第1の動圧発生する円筒部5や第2の動圧発生する円筒部6へ流れ込みやすくなる。

【0103】シャフト1は強磁性材であるオーステナイト系ステンレス鋼SUS420J2を使用し、先端は球形状でスラスト板3とでピボット軸受を構成している。スラスト板3は、ジルコニア、窒化珪素、サイアロン、炭化珪素などの各種のセラミックス材でできている。スラスト板は耐衝撃性を向上するために、セラミックス材料を使用し、切り欠きなどのノッチや、通気孔の穴などで応力が集中する箇所のない円筒形状にしている。衝撃によるクラックなどが発生を抑えている。

【0104】図5には、スリーブ2に通気孔が設けていない。シャフト1挿入時に、スラスト板3をカシメて接着剤4ですでに封止しているため、シャフト1とスリーブ2の微小隙間11がなす密閉構造となる。その微小

隙間から空気を逃がして潤滑流体を軸受部に充填する。実験を行って、潤滑流体の塗布位置と、シャフトの挿入速度、挿入時の部品の配置が特定の条件で行えば、シャフト1とスリーブ2の微小隙間から空気を逃がして潤滑流体を軸受部に充填させることが可能であることがわかった。

【0105】この流体軸受装置の組立を説明する。

(1) まず、スリーブ2にスラスト板3をカシメにて固定する。

【0106】(2) カシメ部分に接着剤4を塗り、強制排気形の高温槽で硬化させる。

(3) スラスト板3が固定されることで有底になったスリーブ2をスラスト板3が下になるように角度30度程度の傾斜させる。図6(a)参照。

【0107】(4) 傾斜させたスリーブ2のスラスト板3との際の下部25に潤滑流体を点滴塗布する。図6(b)参照。

【0108】(5) その状態のスリーブ2に、シャフト1挿入を相対速度で毎秒1mmで挿入していく。図6(c)参照。その際、スリーブ2とシャフト1の隙間は上部側に集中するように挿入する。図6(d)参照。

【0109】(6) 挿入後低速で、回転する側であるたとえばシャフト1を回転させる。スリーブ2とシャフト1を偏心させた状態で、挿入速度が遅いほど空気の逃げ

る効果がある。挿入時の部品の配置角度は45度以下である方が効果的である。

【0110】また、実施例1、2の軸受に通気孔がなくとも、軸受に潤滑流体を充填させることができる。

【0111】スラスト板やスリーブなど通気孔がなく、スラスト板3はスリーブ2にカシメ固定され接着剤4で封止されているので、流体軸受装置は一端に微小隙間が存在する密閉構造になっているため、潤滑流体を第1の動圧発生する円筒部5に供給する必要があるため、第1の動圧発生する円筒部5のヘリングボーン溝の構成長さは第2の動圧発生する円筒部6のヘリングボーン溝の構成長さよりも長い。

【0112】スラスト板3側のスリーブ2の空間26が構成されている。その空間26はスラスト軸受とラジアル軸受のための潤滑流体の保持隙間である。

【0113】(実施例4) 図7は本発明の流体軸受装置の一実施例を示す。

【0114】図7の流体軸受装置は図5の流体軸受装置に類似していて、その類似しているところの説明は省略し、部品の符号も同じ部品には同じ符号を使用して、異なるところと不足したところを説明する。

【0115】図7において、1はシャフト、2はスリーブ、3はスラスト板、4は接着剤である。

【0116】図7は図5に記載のオイル溜まり段差部がない構成である。図7において、銅系合金であるスリーブ2の第1の動圧発生する円筒部5の面と第2の動圧発生する円筒部6との間にヘリングボーン溝を形成してなる2つのラジアル動圧流体軸受が構成されている。第1の動圧発生する円筒部5と第2の円筒部6との間にはヘリングボーン溝と連通させた流体保持部22があり、第1の動圧発生する円筒部5と流体保持部22との境は角度30度のテーパ角度の傾斜面23で接続して、さらに流体保持部22と第2の動圧発生する円筒部6との境も角度30度のテーパ角度の傾斜面24で接続する。オイル溜まり段差部にある潤滑流体は傾斜面23、24により、動圧の発生に伴ってポンピングされて第1の動圧発生する円筒部5や第2の動圧発生する円筒部6へ流れ込みやすくなる。

生する円筒部6との面にヘリングボーン状の溝を形成してなる2つのラジアル動圧流体軸受が構成されている。第1の動圧発生する円筒部5と第2の動圧発生する円筒部6とはヘリングボーン溝で連通させていて、第1の動圧発生する円筒部5と第2の動圧発生する円筒部6とは連続した円筒になっている。第1の動圧発生する円筒部5の面と第2の動圧発生する円筒部6の面との境は2個のヘリングボーン状の溝の折り返し点である。

【0117】ヘリングボーン溝の形成してある軸受の幅をスラスト板3側から、L1、L2、L3、L4とすると、第2の動圧発生する円筒部6部の軸受長さは(L1+L2)であり、外側ヘリングボーンの側の軸受長さはL1で、内側ヘリングボーンの側の軸受長さはL2である。また第1の動圧発生する円筒部5部の軸受長さは(L3+L4)であり、内側ヘリングボーンの側の軸受長さはL3で、外側ヘリングボーンの側の軸受長さはL4である。

【0118】第1の動圧発生する円筒部5と第2の動圧発生する円筒部6との間に潤滑流体を保持する空間がないため潤滑流体を保持するのは動圧発生する隙間だけとなる。またスラスト板3側のスリーブ2の空間26が構成されているが、その空間26はスラスト軸受とラジアル軸受のための潤滑流体の保持隙間であり、ラジアル側は第2の動圧発生する円筒部6への供給が第一の役割である。第2の動圧発生する円筒部6を経由して第1の動圧発生する円筒部5へ供給するためには軸受の幅の関係が次式を満足する必要がある。

【0119】

【数21】

$$L1 + L2 < L3 + L4$$

$$L1 > L2$$

$$L2 < L3$$

【0120】特にL2<L3の関係を満足することが重要で、(L3-L2)ができるだけ大きくするほうが空間26の潤滑流体が第2の円筒部6を経由して第1の動圧発生する円筒部5へ供給される量が多くなる。

【0121】シャフトはオーステナイト系ステンレス鋼 SUS420J2を使用し、先端は球状形状でスラスト板とでピボット軸受を構成している。スラスト板は、ジルコニア、窒化珪素、サイアロン、炭化珪素などの各種のセラミックス材でできていて、衝撃で割れにくくするためにスラスト板にはホットアイソスタティックプレス(HIP)処理を施してある。

【0122】封止に使用する接着剤4は2液性エポキシ接着剤である。

(実施例5)図7は本発明の実施例における動圧流体軸受装置を使用した磁気ディスク駆動用スピンドルモータの断面図である。

スリーブ、29はハウジング、30はスラスト板、31は接着剤である。磁気ディスク(図示せず)をロータハブ27に搭載して回転駆動する磁気ディスク駆動用スピンドルモータをマウントする装置(以後HDDと記す)は内部が密閉構造となっていて、アウトガスやゴミを極端に嫌う。磁気ディスク面にダメージを与えるような、化学物質などの使用は制限されている。そのため使用する接着剤を有害なアウトガスの発生のないものが使用される。スラスト板30のところに使用する接着剤31はHDDの外部の面に面しているため、アウトガスについての制約はないが、少ない接着剤が好ましい。

【0124】スピンドルモータのハウジング29にはフランジ部32と内部円筒部33と外部円筒部34の構成があり、フランジ部32の外周はハードディスク駆動装置のシャーシ(図示せず)に取り付けられ、外部円筒部34とロータハブ27の外周部とは0.2mmの小さな隙間であるラビリンス構成されている。該内部円筒部33の内側にはスリーブ28が接着で取り付けられている。ハウジング29の内部円筒部33の外周面にはコイル35が巻配されたステータコア36が接着固定されている。ロータハブ27は磁気ディスク受け面37と磁気ディスクの内径規制の円筒部38からなるカップ形状をしている。上記のロータハブ27の円筒部内周には周方向にN極、S極を交互に着磁した円筒状のマグネット39が固着されている。該ロータハブ27にはロータハブ27の抜け止め防止のための抜け止め板40が取り付けられている。該抜け止め板40はたとえばオーステナイト系ステンレス鋼であるSUS303あるいはマルテンサイト系ステンレス鋼であるSUS430である。該ロータハブ27の中心部にはシャフト41が、外周部内面には駆動マグネット39が固定され、全体としてロータ部を構成している。

【0125】シャフト41は、たとえばマルテンサイト系ステンレス鋼であるSUS420J2の焼き入れ品である強磁性材料である。

【0126】シャフト41は、内周面にヘリングボーン溝を有する第1及び第2の円筒部42、43を有するスリーブ28の内径孔に回転可能に挿入されて、シャフト41とスリーブ28の隙間に潤滑流体を介在させたラジアル動圧流体軸受装置を構成している。

【0127】またシャフト41の一方の端面は球状形状をし、その球状面とスラスト板30とでピボット軸受を形成して、そのピボット軸受の隙間には潤滑流体を介在させたスラストピボット軸受を構成している。

【0128】第1の円筒部42と第2の円筒部43との間に、径の大きな円筒形状の流体保持部44を構成し、流体保持部44と第1の円筒部42との際は傾斜面で、また流体保持部44と第2の円筒部43との際は傾斜面である。さらに、スリーブ28のスラストピボット軸受

1とスリーブ28、シャフト41とスラスト板30の隙間に介在しているが、スリーブ28の流体保持部44動圧発生には寄与せず、潤滑流体の保持を目的とした隙間である。また、空間45はスラスト軸受とラジアル軸受のための潤滑流体の保持空間である。

【0129】ロータハブ27の磁気ディスク受け面37には磁気ディスク（図示せず）が搭載される。図7に示されるスピンドルモータは、ラジアルタイプのスピンドルモータであり、コイル35に電流が通電され、ステータコア36の突極に磁界が発生し、ステータコア36に対向した界磁用駆動マグネット39との間で、トルクを発生させ、ロータハブ27を回転させる。よって、ロータハブ27にクランプした磁気ディスクもロータハブ27の回転に伴って回転する。

【0130】シャフト41が回転するとスリーブ28の円筒部42、43に設けられたヘリングボーン溝の作用で、潤滑流体をポンピングすることで動圧を発生させる。よって、シャフト41はスリーブ28に対して浮上し非接触で回転する。

【0131】潤滑流体は導電性付加したオイルであり、シャフト41とハウジング29は回転中でも導電状態となるので、磁気ディスクと装置シャーシは導電状態になる。そのために、磁気ディスクの回転中に磁気ディスクと空気との摩擦によって磁気ディスクに静電気が帯電し、磁気ディスクと磁気ヘッドとの間に電位差が生じるようなことがない。

【0132】接着溝を設けた内部円筒部33にスリーブ28が導電性接着剤で接着固定されている。その接着剤の導電性により上記のような静電気が帯電するおそれなくなる。

【0133】ハウジング29にフレキシブルプリント基板46を貼り、スピンドルモータのコイル35の端末をフレキシブルプリント基板46にハンダ付けして外部駆動回路へ導通させている。フレキシブルプリント基板46をハウジング29に設けた穴から貫通させて取り出している。その穴を紫外線硬化型接着剤で封止している。

【0134】つぎに、本実施例の磁気ディスク駆動用スピンドルモータの組立方法について、説明する。

【0135】（1）まず、フレキシブルプリント基板46の一端をハウジング29の設けた穴から通し、外部に取り出す。フレキシブルプリント基板46の粘着材でハウジング3に貼り付ける。その穴を紫外線硬化型接着剤で封止する。

【0136】つぎに、コイル35を巻回したステータコア36をハウジング29の内部円筒部33に接着固定し、前処理されたコイル端末をフレキシブルプリント基板46にハンダ付けして、ステータ組立体をつくる。

【0137】（2）つぎに、ロータハブ27にシャフト41を圧入固定し、さらに着磁された駆動マグネット39を接着固定して、ハブ組立体をつくる。

【0138】（3）つぎに、スリーブ28にスラスト板30をカシメ固定して、カシメた箇所を接着剤31で密閉し、封止軸受組立体をつくる。

【0139】（4）つぎに、封止軸受組立体のスリーブ28を30度に傾けて、スリーブ28の内周部の所定位置に潤滑流体を規定量点滴して、傾斜させたスリーブ28にハブ組立体のシャフト41を上側の隙間が大きくなるように偏心させてゆっくりと所定早さで挿入する。

【0140】（5）つぎに、ロータハブ27を下にして、抜け止め板40をロータハブ27に固定して、抜け止め板40で抜けないようになった接着剤密閉流体軸受装置ができる。

【0141】（6）ステータ組立体のハウジング29の内部円筒部33の内周部に嫌気性接着剤を所定量塗布して、前記の接着剤密閉流体軸受装置のスリーブ28を挿入する。ハウジング29の基準面とロータハブ27の磁気ディスク受け面37との距離を規定値になるように、接着固定する。

【0142】以上のようにして流体軸受スピンドルモータを組立する。ピボット軸受ではシャフト41の先端とスラスト板30は接触状態となる。その接触状態が不安定であると軸受の信頼性が低いので、シャフト41の先端がスラスト板30を押すような力が作用する駆動マグネット39の幾何学センターZmとステータコア36の幾何学センターZsに距離を設けている。そのセンターずれによるスラスト力が小さいと、小さな振動に対してピボット軸受の接触部の接触状態が不安定となるので、スラスト力はある程度の大きさが必要である。しかし、スラスト力が大きすぎるとピボット軸受部が摩耗することにもなるので、大きくできない。センターずれによるスラスト力には範囲が存在することになる。

【0143】センターずれとピボット軸受の位置を明確にするために、図8に示すような模式図を用いる。ステータコア36の幾何学的センターZsは積層された鉄板の総厚みの半分に位置し、駆動マグネット39の幾何学的センターZmはマグネット高の半分に位置する。このマグネット幾何学的センターZmとステータコア幾何学的センターZsとの差がセンターずれである。このセンターずれによる磁気力がスラスト力としてピボット軸受に作用する。作用するためにステータコア幾何学センターに対しマグネット幾何学センターとピボット軸受部は反対側に位置する。

【0144】ステータコア36は珪素鋼板を積層し形成されている。小型モータに使用される珪素鋼板は板厚0.35や0.5が一般的であるが、携帯端末用スピンドルモータの場合は鉄損を低減して低電圧でトルクが得られるように0.2、0.1mm厚の鋼板を使用する。積層枚数の多い場合は総厚みを優先にして積層枚数を制御しているが、薄型のスピンドルモータでは枚数を優先に

きが生じる。

【0145】ステータコアの厚みが3mm以下の場合、ステータコア36の幾何学的センターZsと駆動マグネット39の幾何学的センターZmとのずれeはスラスト力の規定範囲に設定するために以下の関係である。

【0146】

【数22】

$$0.05\text{mm} \leq e \leq 0.35\text{mm}$$

$$e/h < 0.2$$

ただし、

e センターずれ

h ステータコア厚み

【0147】また、センターずれによる力は流体軸受スピンドルモータに衝撃力が作用する場合、ロータハブの移動を規制する力となる。さらに大きな衝撃力に対しては以下のように抜け止め板40がその役目をする。

【0148】ロータハブ27にはロータハブ27の抜け止め防止のための抜け止め板40がロータハブ27にカシメで固定されている。スリーブ28の端面にフランジ部47を設け、ロータハブ27がスラスト方向に移動すると該フランジ部47に該抜け止め板40に係止させてロータハブ27が抜けるのを規制する。

【0149】スラスト板30は材質がジルコニアでHIP処理を施してある。常圧焼結体を作成し、それをHIP処理する方法でスラスト板30を作成した。予備焼結を1300～1500℃の温度で行い、HIP処理を1400～1500℃、100MPa程度のアルゴンAr雰囲気で行っている。HIP処理後のスラスト板の一面を研磨して、表面粗さRmaxを0.1ミクロンと以下にする。セラミックス材料のスラスト板にHIP処理を施し、内部のマイクロクラックなどの欠損を排除して、強度を高めている。

【0150】スラスト板の材料がセラミックの場合、物性的に脆性であるので、スラスト板は直径が大きく、厚みが破壊されやすくなるので、ピボット軸受に使用するスラスト板としては、以下の関係を満足する寸法で使用する。

【0151】

【数23】

$$t/d \geq 0.04$$

$$d \leq 15\text{mm}$$

ただし、

t スラスト板の板厚

d スラスト板の直径

【0152】また、実施例のようにスラスト板30をカシメたところに接着剤31を使用しているため、スラスト板が板厚が薄くても1000Gの衝撃に十分耐えるこ

【0153】また、セラミックスのスラスト板は常温焼結体の状態でも相対密度が95%以上にすることができるので、そのまま研磨したスラスト板でも流体軸受装置のスラスト板に使用できる。

【0154】実施例はスリーブなどに通気孔がない接着剤で密閉した流体軸受装置であるので、衝撃に対してロータハブが移動を弾力的に規制する力が働くので、安定した軸受となる。実施例はピボット軸受であるがスラスト動圧流体軸受でも同様な効果がある。

【0155】すなわち、図9のようなモデルで説明する。図9において、48はケースで、49はロッドである。ケース48には一部に穴50があいているがコルク51で密閉されている。ケース48とロッド49でなす空間には流体52が入れられる。ロッド49とケース48とは微小隙間で摺動可能になっている。

【0156】図9を実施例と比較して、ケース48はスリーブ28、ロッド49はシャフト41、穴50は通気隙間であり、通気孔であったり、カシメ部の隙間であったりするが実施例5ではカシメ部の隙間である。コルク51は接着剤31に対応している。

【0157】ロッドの面積をA、流体の充填している容積V1、圧力をP1とする。衝撃は作用した場合、ロッド49は抜けようと矢印y1方向Δy動いたとすると、ボイルシャルルの法則から衝撃時の圧力P2とすると

【0158】

【数24】

$$P1 \cdot V1 = P2 (V1 + A \Delta y)$$

【0159】から

【0160】

【数25】

$$P2 = P1 (V1 / (V1 + A \Delta y))$$

【0161】となる。

【0162】その圧力差によってロッド49がy1方向に対する移動を妨げるように働く。すなわち、ダンバ効果が発生するので、通風孔のある場合よりも密閉軸受の方が耐衝撃性に優れている。

【0163】ロッド49とケース48とは微小隙間は無視して考えたが、ロッドの面積をAに対して該微小隙間の面積の割合が非常に小さく無視できるためである。

【0164】また、微小隙間を平行隙間と考え、ロッド49が矢印y1方向動く、流体の一壁面が矢印y1方向動くことになるうえ、容積V1が増加するので隙間の流体は矢印y1方向とは逆方向に移動する。そのため隙間の流体の移動に対して壁面の移動方向が逆になるため流動抵抗は非常に大きな値になる。このことを考慮しても密閉流体軸受装置の場合は耐衝撃性が高い。

【0165】さらに、隙間の流体の移動に対して壁面の移動方向が逆になるため流動抵抗が大きいということ、流体の保持能力が高いということであるので、密閉

信頼性の高い流体軸受装置となる。

【0166】(実施例6)図10は本発明の実施例における動圧流体軸受装置を使用した磁気ディスク駆動用スピンドルモータの断面図である。

【0167】図10のスピンドルモータにおいて、図7のスピンドルモータに類似しているところの説明は省略し、異なるところを説明する。

【0168】図10において、48はシャフト、49はスリーブ、50はハウジング、51はロータハブ、52はスラスト板、53は接着剤、54は駆動マグネット、55はステータコア、56はコイルである。

【0169】図10に示すように、ハウジング50の内部円筒部57の外周面にはコイル56が巻配されたステータコア55が固着されて、ハウジング50の内部円筒部57よりも内側のシャフト締結円筒部58にシャフト48が圧入固定されている。ロータハブ51に固定されたスリーブ49にはスラスト板52がカシメられたうえにカシメ部が接着剤53で封止してある。スリーブ49とシャフト48には微少の隙間が存在し、その隙間には潤滑流体が充填される。固定シャフト48の端面の球状部先端とスラスト板52は摺動するピボット軸受となっていて、潤滑流体が介在する状態におかれている。

【0170】シャフト48の外径にヘリングボーン溝を有し、その溝に対向する位置に第1及び第2の円筒部59、60を有するスリーブ49の内径孔を回転可能にシャフト48に挿入される。第1の動圧発生する円筒部59と第2の動圧発生する円筒部60との間に、径の大きな円筒状のオイル溜まり段差部61が構成され、さらに、スリーブ49のスラスト軸受側には、円筒部59、60よりも径の大きな空間62が設けられる。

【0171】固定シャフト48に対してスリーブ49が回転するとスリーブ49の円筒部59、60に設けられたシャフト側ヘリングボーン溝の作用で、潤滑流体を介して動圧を発生しスリーブ49はシャフト48に対して浮上し非接触で回転する。

【0172】スラスト方向はスリーブ49にスラスト板52がカシメられたうえに接着剤53で閉塞されている。そのスラスト板52とシャフト先端とは点状態で接触してシャフト48の先端をスラスト板52は摺動する。長時間運転するとスラスト材は摩耗してくるので、スラスト板は耐摩耗性の材料を使用する。たとえば、窒化珪素やジルコニアなどのセラミックや超鋼合金などである。

【0173】シャフト先端の球状の半径 r を小さくすると摩擦トルクは下がるが面圧が大きくなるので、スラスト板の面圧をあまり多くすることはかえって信頼性を損ねることがある。また、球状の半径 r を大きくすると、面圧は低下するが、摩擦トルクが増えてその損失トルクが熱となり温度が上昇して信頼性を損ねることがあるの

Dとの関係を

【0174】

【数26】

1. $5 \times (D/2) < r < 20 \times (D/2)$

【0175】にする、ピボット軸受の設計にしてある、

【0176】つぎに、本実施例の磁気ディスク駆動用スピンドルモータの組立方法について、説明する。

【0177】(1)まず、ハウジング50にシャフト48を圧入する。

(2)つぎにフレキシブルプリント基板63の一端をハウジング50の設けた穴から通し、外部に取り出し、その穴を紫外線硬化型接着剤で封止する。

【0178】つぎに、コイル56を巻回したステータコア55をハウジング50の内部円筒部57に接着固定し、前処理されたコイル端末をフレキシブルプリント基板63にハンダ付けして、ステータ組立体をつくる。

【0179】(3)つぎに、スリーブ49にスラスト板52をカシメ固定して、カシメた箇所を接着剤53で密閉し、封止軸受組立体をつくる。

【0180】(4)つぎに、ロータハブ51に着磁された駆動マグネット54を接着固定して、上記の封止軸受組立体を所定位置に接着したロータ組立体をつくる。

【0181】(5)つぎに、上記ロータ組立体をスラスト板52が下になるようにしてスリーブ49を30度に傾けて、スリーブ49の内周部の所定位置に潤滑流体を規定量点滴して、傾斜させたロータ組立体のスリーブ49にステータ組立体のシャフト48を上側の隙間が大きくなるように偏心させてゆっくりと所定早さで挿入する。

【0182】以上のようにして流体軸受装置を用いたスピンドルモータを組立する。

【0183】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、有底部に通気孔がない軸受でも、実施例に記載のように潤滑流体の塗布位置と、シャフトの挿入速度、挿入時の部品の配置が特定の条件で行えば、シャフトとスリーブの微少隙間から空気を逃がして潤滑流体を軸受部に充填させることが可能となり、スリーブとシャフトのいずれか一方に動圧溝を形成してなる流体軸受装置において、該スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、そのカシメ部を接着剤で封止した流体軸受装置に通風孔が無くても組立ができる。

【0184】したがって、スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、そのカシメ部を接着剤で封止して、潤滑流体が存在する軸受空間を密閉状態にする流体軸受装置が可能となった。

【0185】スリーブの一端にスラスト板をカシメ固定してスラスト板で有底のあるスリーブを構成し、そのカシメ部を接着剤で封止することによって、潤滑流体の漏れを防ぐ

くなり、寿命が長い流体軸受装置が可能となった。

【0186】さらに、その流体軸受装置を軸回転型、軸固定型スピンドルモータに用いることにより、非常にコンパクトで耐衝撃性で信頼性の高いスピンドルモータを提供することができる。

【0187】スラスト板の耐衝撃性を向上するために、セラミックス材料を使用し、切り欠きなどのノッチや、通気孔の穴などで応力が集中する箇所のない円筒形状にして、さらには板厚と直径の関係を所定の関係で使用し、クラックなどが発生を押さえた。また、セラミックス材料のスラスト板にHIP処理を施し、内部のマイクロクラックなどの欠損を排除することができ、スラスト板の強度が増す。

【0188】さらに、スラスト板を接着剤で封止するために接着剤によりスラスト板の強度が増す。

【0189】衝撃が作用した場合、軸受部が安定であるために、ステータコアの幾何学的センターと駆動マグネットの幾何学的センターとのセンターずれeによるスラスト力をロータハブに作用させて、耐衝撃性を向上させることができる。

【0190】ラジアル軸受に流体保持部や動圧発生する円筒部の径よりも大きな径大円筒部などを構成し潤滑流体の保持能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、信頼性の高い流体軸受装置を提供することができる。

【0191】さらにラジアル軸受に軸受長さの比率などを変えた形状に工夫し、潤滑流体の潤滑流体の移動能力を向上させかつ、接着剤によるスラスト板封止による潤滑流体の漏れなどをなくし、信頼性の高い流体軸受装置を提供することができるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1における流体軸受装置の断面図

【図2】カシメ部漏れ試験概要図

【図3】漏れ試験の部品図

【図4】本発明の実施例2における流体軸受装置の断面図

【図5】本発明の実施例3における流体軸受装置の断面図

【図6】流体軸受装置の組立説明図

【図7】本発明の実施例4における流体軸受装置の断面図

【図8】本発明の実施例における磁気ディスク駆動用流体軸受スピンドルモータの断面図

【図9】駆動マグネットとステータコアの位置関係説明図

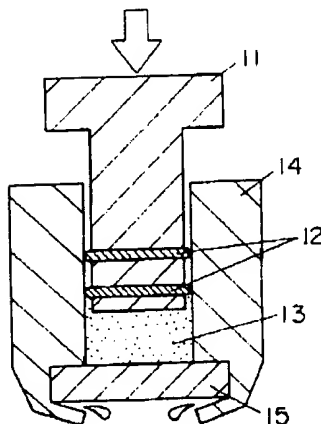
【図10】密閉軸受の模式図

【図11】本発明の実施例における磁気ディスク駆動用流体軸受スピンドルモータの断面図

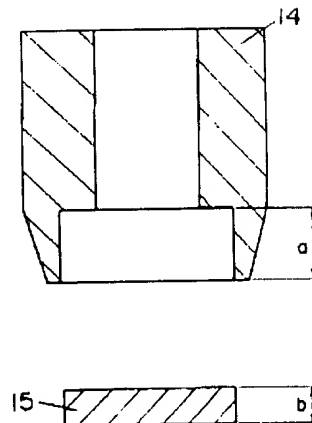
【符号の説明】

- 1 シャフト
- 2 スリーブ
- 3 スラスト板
- 4 接着剤
- 5 スリーブの第1の円筒部
- 6 スリーブの第2の円筒部
- 7 径の大きな円筒部
- 8, 9 流体保持部
- 10 座
- 16 伸延部
- 17 通気孔

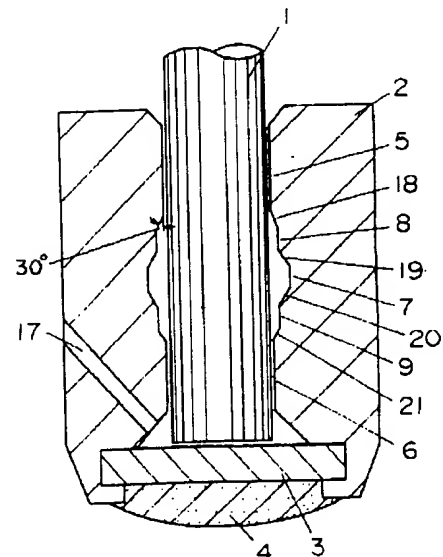
【図2】



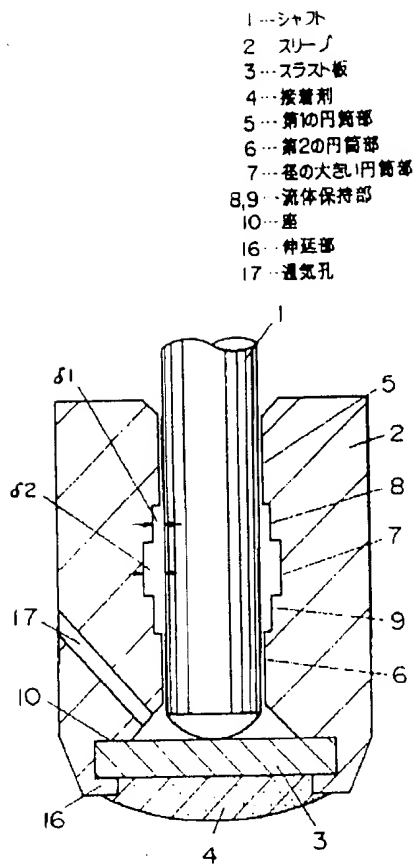
【図3】



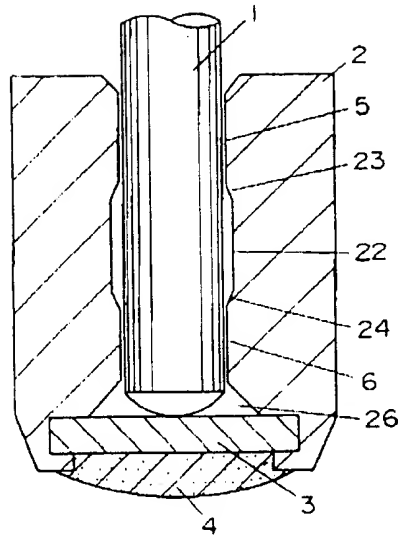
【図4】



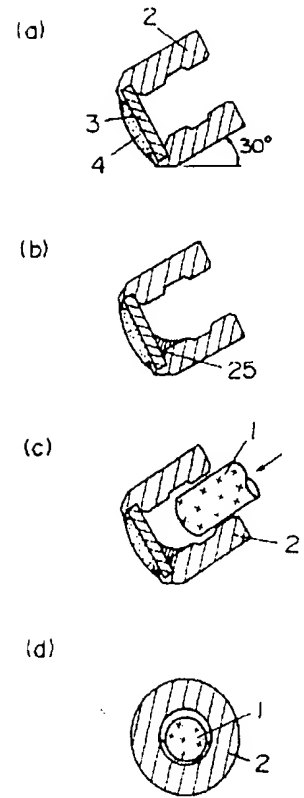
【図1】



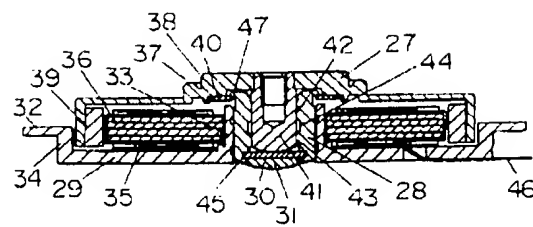
【図5】



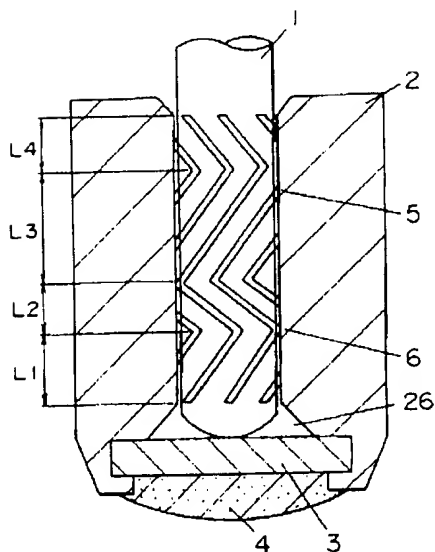
【図6】



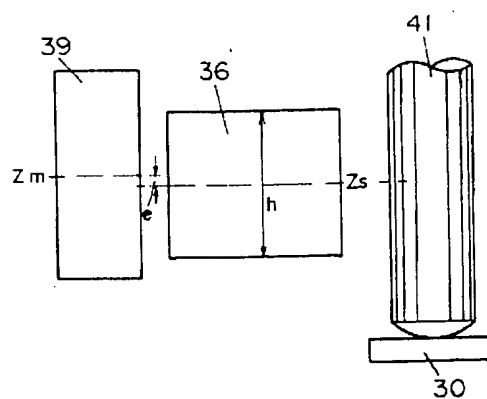
【図8】



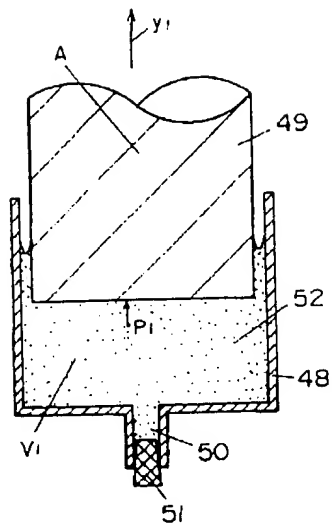
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

